

ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES LIQUIDOS EN

LABORATORIOS QUIMICOS EDUCATIVOS

Luis N. Leanza, Jorge R. Parente

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL DELTA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN ENERGIA Y AMBIENTE

San Martín 1171 – (2804) Campana – Buenos Aires – Argentina

T.E./FAX : 54-03489-420249/420400/422018/437617

E-mail: leanzal@frd.utn.edu.ar / parentej@frd.utn.edu.ar

RESUMEN: Considerando que los efluentes líquidos generados en un Laboratorio Químico son en su mayoría residuos especiales, este trabajo persigue el objetivo de encontrar alternativas de tratamiento para que estos residuos cumplan con la legislación vigente. A tal efecto, en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Delta, se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de todas aquellas sustancias que son utilizadas y/o generadas por alumnos y docentes en las prácticas regulares de cada asignatura. Dadas las características disímiles de las distintas sustancias se proponen distintos métodos de tratamiento en el propio laboratorio y eventuales tratamientos en empresas especializadas. Se concluye que el manejo adecuado de los residuos especiales genera una conciencia ambiental en la comunidad universitaria, abre líneas de investigación y aporta un valor agregado al proceso enseñanza – aprendizaje. Además los procedimientos adoptados contribuirán a una transferencia de conocimientos a otras unidades educativas que deseen adecuarlos a sus realidades.

PALABRAS CLAVES

Efluentes líquidos - Laboratorios químicos educativos - Residuos especiales – Tratamiento en laboratorio – Tratamiento en empresas especializadas - Transferencia de conocimientos

INTRODUCCION

Tradicionalmente los ingenieros pudieron ejercer su profesión sin tener que atender a la ética ambiental con la profundidad que se requiere actualmente. La ética ambiental se preocupa de la actitud de las personas hacia otros seres vivos y hacia el medio natural. A los ingenieros no se les forma todavía para ocuparse y entender la ética ambiental (Kiely, 1999). Sin embargo se está convirtiendo rápidamente en una necesidad. Por ello, en la enseñanza que reciben nuestros alumnos de ingeniería, hemos considerado un importante aporte la creación de una conciencia ambiental al incluir en las prácticas que se realizan en el laboratorio químico un tratamiento de eliminación de las corrientes de desechos que originan una contaminación al ser drenados por la cañería de desagüe cuando no reciben un adecuado tratamiento.

La cantidad de los productos químicos representa el impacto más importante en los esfuerzos para prevenir la contaminación en los laboratorios. Esto da como resultado problemas únicos y soluciones únicas para aquellos que participan de la prevención de la contaminación.

La Occupational Safety and Health Administration (OSHA) define un laboratorio como “un lugar de trabajo en el que se emplean cantidades relativamente pequeñas de productos químicos peligrosos, cuya base no es la producción” (Freeman, 1998).

La unidad tiene una responsabilidad especial en el buen comportamiento medioambiental, sobre todo en el desarrollo de un trabajo docente y de investigación, para que el alumno adquiera desde el origen hábitos de trabajo que respeten el medio ambiente.

La cantidad individual de residuos provenientes de dichas operaciones es tan pequeña que exime a los productores del cumplimiento de las normativas vigentes sobre residuos peligrosos. Son conocidos como generadores de pequeñas cantidades (LaGrega, 1996). Sin embargo, los residuos provenientes de los pequeños generadores, en caso de no ser manipulados adecuadamente, pueden provocar los mismos daños potenciales que los residuos regulados emitidos por los grandes generadores.

El residuo de un pequeño generador, como lo es un laboratorio de investigación y educacional, si se manejaran mal, tiene el mismo potencial de peligro que los generados por las grandes fuentes. Es normalmente dispuesto en rellenos sanitarios, en cloacas, o en otras formas de disposición no adecuadas para residuos peligrosos (Domínguez, 2005).

Unas adecuadas condiciones de trabajo en el laboratorio implican inevitablemente el control, tratamiento y eliminación de los residuos generados en el mismo, por lo que su gestión es un aspecto imprescindible en la organización de todo laboratorio.

Los efluentes líquidos del laboratorio químico serán considerados en función de las leyes que regulan los residuos especiales (Ley 11720, 1995) o residuos peligrosos (Ley 24051, 1992).

Una gran cantidad de sustancias que se drenan por la cañería se hallan incluidas en el anexo I (las comprendidas entre las Y19 a la Y45) y en el anexo II de la Ley 1170 (código H12: *Ecotóxicos*: sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el ambiente debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos).

Por otra parte el decreto reglamentario de la Ley 11720 (decreto 806/97), en su artículo 26° dice “Los residuos volcados a cursos de agua, conducto pluvial, conductos cloacales o suelo, serán fiscalizados por la Autoridad de Aplicación del presente y no podrán, contener parámetros especiales en concentraciones o cantidades superiores a las fijadas por la misma. Hasta tanto la Autoridad de Aplicación de la presente fije sus propios estándares de calidad de descarga de efluentes líquidos, aplicará los valores de la resolución AGOSBA 287/90 en los casos que corresponda. Los residuos especiales que contengan parámetros no contemplados por la citada resolución, la Autoridad de Aplicación fijará los límites de descarga para cada caso específico.”

Si bien los laboratorios químicos educacionales no son controlados por la Autoridad de Aplicación, muchas de las sustancias que se arrojan están incluidas en los Anexos, Decreto y Resolución antes mencionados. La excepción de la inscripción en el Registro de Generadores de Residuos Especiales no exime a todo generador de dar un tratamiento y disposición final de sus residuos en forma ambientalmente adecuada.

OBJETIVOS

La Facultad Regional Delta creará, mantendrá, y mejorará un ambiente seguro y saludable para todos los individuos relacionados con la institución.

Los objetivos básicos son los siguientes

- ✓ Incorporar en todas las prácticas de laboratorio químico, el tratamiento correspondiente a los residuos en ellas generados, como así también a los reactivos utilizados, considerando que por distintas razones deban ser vertidos.
- ✓ Elaborar un manual de procedimiento de los distintos productos químicos utilizados en las distintas prácticas y su adecuado manejo, fundamentalmente en lo que se refiere al tratamiento, y otorgarla a docentes y alumnos que llevan a cabo las prácticas académicas para que con esta ayuda y una adecuada investigación incorporen en cada práctica de laboratorio un apartado que se refiera a el tratamiento que deben sufrir los distintos desechos provocados durante el desarrollo de esas prácticas.

Dicho tratamiento podrá ser realizado en el mismo laboratorio y en caso de no ser posible deberá disponerse adecuadamente para su tratamiento en empresas especializadas.

El presente trabajo tiene también como lógica consecuencia incorporar en la formación de los alumnos la necesidad de cuidar el ambiente y evitar cualquier tipo de contaminación por los residuos generados por ellos mismos.

DESARROLLO Y METODOLOGIA

Las tareas desarrolladas para la ejecución de los objetivos propuestos es el siguiente:

- ✓ Identificación de las cátedras que desarrollan prácticas de laboratorio químico.
- ✓ Relevamiento de cada una de las prácticas que se realizan en cada cátedra.
- ✓ Cuantificación del volumen total de efluentes generados considerando los sobrantes de reactivos y productos resultantes.
- ✓ Identificación cualitativa de cada reactivo utilizado agrupándolos teniendo en cuenta sus características químicas.
- ✓ Caracterización de cada reactivo o producto proponiendo un tratamiento en laboratorio o tratamiento en terceros.
- ✓ Proposición de alternativas de tratamiento en laboratorio.
- ✓ Análisis de las compatibilidades de los reactivos o productos a tratar en terceros a fin de ubicarlos en distintos contenedores.
- ✓ Elaboración del Manual de procedimientos de residuos líquidos de laboratorio

En la tabla N° 1 se puede observar los resultados obtenidos del relevamiento y cuantificación de cada una de las prácticas llevadas a cabo. Los datos consignados fueron obtenidos durante el año 2007.

Tabla N° 1 – Volumen de efluentes líquidos generados

Cátedra	Número de prácticas	Volumen anual (litros)
Química General	11	159,7
Química Analítica Aplicada	16	21,9
Biotechnología	6	10,2

Química Orgánica	7	6,7
Química Analítica	3	5,8
Química Inorgánica	8	4,9
Fisicoquímica	3	2,3
Total	54	211,5

Los reactivos utilizados y los productos resultantes de las reacciones químicas suman unas 300 sustancias que son utilizadas en el laboratorio de nuestra facultad. Se debe destacar que en el caso de los reactivos pueden evitarse de enviar al desagüe siendo utilizados totalmente. No obstante habrá situaciones en que será inevitable ser enviados como deshechos, y por lo tanto corresponde su clasificación.

Debe tenerse en cuenta también que a los efluentes líquidos generados en cada práctica deben adicionarse los originados por tareas de investigación y/o por servicios a terceros, los cuales no han sido relevados ni cuantificados dada su variabilidad en función de la dinámica que imponen estos trabajos.

Debe considerarse que han sido agrupados aquellos productos químicos que por sus características pueden recibir el mismo tratamiento. Sin embargo algunas sustancias no son posibles de ubicarlas en grupos por lo que se analizan en forma individual.

Finalmente habrá que tener en cuenta que dada la dinámica del proceso enseñanza – aprendizaje siempre surgirán nuevas sustancias que no están contempladas en nuestra clasificación, y que por lo tanto serán motivo de nuevas investigaciones que tengan como objetivo el tratamiento para su eliminación.

Todos los procedimientos que se mencionarán deben ser considerados como propuestas ya que como se observará éstos varían según la fuente de la que han sido obtenidos.

A continuación se describen distintos procedimientos alternativos generales de tratamiento y eliminación para las sustancias utilizadas en nuestro laboratorio, que por su volumen o por la facilidad de tratamiento pueden ser efectuados en el laboratorio. Estos procedimientos serán considerados como propuestas cuyo objetivo es la eliminación de residuos especiales de los efluentes líquidos de los laboratorios.

Una primera clasificación de algunas sustancias que pueden ser tratadas en el mismo laboratorio (Tratamiento de residuales, 2008) se detalla a continuación. Tratamiento y Drenaje; los cuales están indicados en la Tabla N° 2

Tabla N° 2 – Tratamiento y Drenaje de residuos en laboratorio

Residuo	Tratamiento
Haluros de ácidos orgánicos	Añadir bicarbonato de sodio y agua
Ácidos orgánicos sustituidos	Añadir bicarbonato de sodio y agua
Sales inorgánicas	Añadir un exceso de carbonato de sodio y agua. Neutralizar
Oxidantes	Tratar con un reductor. Neutralizar
Reductores	Añadir carbonato de sodio y agua Neutralizar
Alcalis cáusticos y Amoníaco	Neutralizar
Peróxidos inorgánicos	Disminuir concentración por agregado de abundante cantidad de agua

Las recomendaciones generales aplicables al tratamiento de residuos en el laboratorio se pueden agrupar en las siguientes:

- ✓ Deben considerarse las disposiciones legales vigentes, tanto a nivel general, como local.
- ✓ Consultar las instrucciones con el objeto de elegir el procedimiento adecuado
- ✓ Informarse de las indicaciones de peligro y condiciones de manejo de las sustancias.
- ✓ Los productos inflamables deben almacenarse en gabinetes apropiados para inflamables.
- ✓ Debe evitarse guardar botellas destapadas.
- ✓ Deben recuperarse en lo posible, los metales pesados.
- ✓ Se deben neutralizar las sustancias antes de ser drenadas por las cañerías y al efectuarlo, hacerlo con abundante agua.

Aunque muchos de los procesos de laboratorio están rigurosamente estandarizados aún existe una gran flexibilidad en el uso de productos químicos en muchas operaciones de laboratorio. La tabla N° 3 muestra un resumen de ciertas sustituciones que han llevado a la obtención de resultados satisfactorios (Freeman, 1998).

Tabla N° 3 – Sustitutos posibles de productos químicos especiales

Procedimiento	Producto químico especial	Sustituto posible
Limpieza de material de vidrio	Solución de ácido crómico – sulfúrico	Detergentes, limpiadores enzimáticos
Prueba de calidad para iones de haluro	Tetracloruro de carbono	Ciclohexano
Síntesis orgánica	Ion cromato	Ion hipoclorito
Prueba de calidad para metales pesados	Ion sulfuro	Ion hidróxido
Síntesis orgánica, etc.,	Eter etílico	Eter t-butilico

La tabla N° 4 muestra una segunda propuesta en cuanto al tratamiento de algunos desechos de laboratorio, que como ya se ha dicho no son procedimientos reglamentados sino que es una guía de tratamientos alternativos (Freeman, 1997)

Tabla N° 4 – Desechos de laboratorio destinados a tratamientos para neutralización

Producto químico	Tratamiento / método de neutralización
Haluros alcalinos	Hidrólisis con hidróxido de potasio etanólico
Fenol	Peróxido de hidrógeno con catalizador de hierro
Disulfuro de carbono	Oxidar a un grupo ácido sulfónico con hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio
Haluros ácidos y anhídridos	Hidrolizar con hidróxido de sodio
Aldehídos y cetonas	Oxidar con permanganato de potasio
Aminas aromáticas	Acido clorhídrico y nitrato de sodio
Soluciones acuosas que contienen iones metálicos tóxicos	Precipitar como sulfuros insolubles con sulfuro de sodio en solución neutra
Agentes oxidantes	Reducir con bisulfito de sodio
Fluoruros de metal solubles	Tratar soluciones acuosas con cloruro de calcio

Se debe tener en cuenta que los residuos generados en el laboratorio pueden tener características muy diferentes y producirse en cantidades variables, aspectos que inciden directamente en la elección del procedimiento para su eliminación.

Entre otros, se pueden citar los siguientes factores: volumen de residuos generados, periodicidad de generación, facilidad de neutralización, posibilidad de recuperación, reciclado o reutilización, costo de tratamiento.

Todos estos factores combinados deberán ser convenientemente valorados con el objeto de optar por un modelo de gestión de residuos adecuado y concreto.

Así por ejemplo, si se opta por elegir una empresa especializada en eliminación de residuos, se debe concertar de antemano la periodicidad de la recolección y conocer los procesos empleados por la empresa, así como su solvencia técnica.

La elección de una empresa especializada es recomendable en aquellos casos en que los residuos son de una peligrosidad donde no les son aplicables los tratamientos generales habitualmente utilizados en el laboratorio.

En el caso de tener que tratar los desechos por medio de terceros se debe disponer de envases previendo las compatibilidades de los líquidos recogidos. Para ello deberá realizarse una correcta clasificación que facilite la posterior gestión en las empresas tratadoras. Dichos envases de residuos especiales deberán estar correctamente etiquetados para su identificación.

Sin embargo debe considerarse que para tratar residuos en terceros deberá cumplir con una serie de requisitos conforme a lo establecido por la Ley de residuos especiales, como son inscribirse en un registro de generadores de residuos especiales, realizar un manifiesto donde deberán detallarse la naturaleza y cantidad de los residuos, así como datos identificatorios del generador, del transportista y de la planta destinataria para el tratamiento de los residuos.

Dado las pequeñas cantidades que se producen en el laboratorio y para no perder el objetivo de cumplir con las normativas vigentes deberán agotarse los medios para realizar el tratamiento de los residuos en el laboratorio mismo. En el caso que esto fuera complicado habrá que abrir líneas de investigación para cumplir con este objetivo, mientras que provisoriamente se enviarán a tratar en terceros.

Se debe considerar que todo este trabajo se basa en los parámetros de calidad de las descargas, o sea los límites admisibles. En nuestro caso hemos considerado los límites correspondientes a red cloacal (Resolución 287/98). No obstante pueden existir productos que aunque no estén contemplados en esta resolución serán tratados según sus características evitando la contaminación.

Se han dado hasta aquí algunas propuestas para el tratamiento de los residuos especiales en el mismo laboratorio y hemos dicho de los inconvenientes que se producen si se decide realizar un tratamiento de los residuos especiales en empresas especializadas. Considerando que en la actualidad no se ejercen controles en laboratorios educativos es interesante la idea de tratar nuestros propios residuos, aunque no siempre encontraremos el método adecuado. Sin embargo, no podemos dejar de mencionar una propuesta de gestión de residuos químicos si nuestros laboratorios estarían sometidos a un control externo, como lo es la Autoridad de Aplicación.

Se propone una clasificación en distintos grupos que se basen en su composición. Los grupos propuestos, en función de la cantidad que cada laboratorio genera, se pueden modificar.

Una posible clasificación es la que separa a los residuos en cinco grandes grupos (Díaz Peñalver, 2000) los cuales se detallan a continuación:

Grupo I: Disolventes halogenados: Se trata de los productos líquidos orgánicos que contienen más de un 2 % de algún halógeno. Por ejemplo están en este grupo el cloruro de metileno y el bromoformo.

Grupo II: Disolventes no halogenados: Se incluye aquí los líquidos orgánicos inflamables con menos de 2 % en halógenos. Por ejemplo: alcoholes, aldehídos, hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos y nitrilos.

Grupo III: Soluciones acuosas de productos orgánicos e inorgánicos: Es un grupo muy amplio y es necesario establecer subdivisiones. Los dos subgrupos más importantes son:

Subgrupo III.1: Soluciones acuosas inorgánicas

Soluciones básicas: Por ejemplo hidróxido de sodio, hidróxido de potasio

Soluciones de metales pesados: Por ejemplo níquel, plata. Cadmio

Soluciones de cromo hexavalente

Otras soluciones acuosas inorgánicas. Por ejemplo sulfatos, fosfatos, cloruros

Subgrupo III.2: Soluciones acuosas orgánicas o con DQO (Demanda Química de Oxígeno) elevada

Soluciones colorantes

Soluciones con fijadores orgánicos. Por ejemplo: formol, fenol

Mezclas agua/disolvente. Por ejemplo eluyentes cromatográficos, metanol/agua

Grupo IV: Ácidos: Forman este grupo los ácidos inorgánicos y sus soluciones acuosas concentradas (más del 10 % en volumen)

Grupo V: Forman parte de este grupo los productos químicos líquidos que por su elevada peligrosidad no han sido incluidos en ninguno de los cuatro anteriores y no se pueden mezclar entre sí. Ejemplos:

Comburentes (peróxidos)

Compuestos muy reactivos. Por ejemplo ácidos fumantes, cloruros de ácidos, metales alcalinos, compuestos peroxidables

Compuestos muy tóxicos. Por ejemplo tetraóxido de osmio, mezcla crómica, cianuros, sulfuros

Compuestos no identificados

Una segunda propuesta de agrupación de sustancias considerando sus características y para ser tratadas en empresas especializadas es la siguiente (Res-Man, 2000):

Ácidos y soluciones ácidas

Bases y soluciones básicas

Residuos orgánicos no disolventes

Sales y soluciones de sales

Soluciones de metales

Solventes orgánicos halogenados

Solventes orgánicos no halogenados

Mercurio y sus derivados

Sales cianuradas.

Considerando las dos agrupaciones anteriores realizamos una tercera propuesta. La misma se basa en categorías. Esta categoría de residuos se fundamenta en las incompatibilidades entre las distintas mezclas, y en los riesgos e impactos asociados y permiten una eficaz identificación y un manejo seguro para los operadores de las plantas de tratamiento.

Dividimos entonces en siete categorías que dan lugar a otros tantos grupos de sustancias especiales. A continuación se detallan las distintas categorías:

Ácidos: Compuestos que tienen un pH inferior a 7, son corrosivos, en algunos casos pueden tener reacciones con liberación de gases tóxicos y desprenden calor al mezclarse con agua. Los más comunes son ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, ácido acético, etc.

Bases: Compuestos que tienen un pH superior a 7, son corrosivos y jabonosos. Los más comunes son Hidróxido de Sodio e Hidróxido de potasio.

Solventes orgánicos: Compuestos que la mayoría de las veces son muy volátiles (olores persistentes y característicos), la mayoría inflamables al tener una fuente de calor o ignición. Los más comunes son hexano, benceno, acetona, alcohol metílico, alcohol etílico, éter etílico, acetato de etilo, etc.

Solventes orgánicos halogenados: Compuestos con características similares a los solventes orgánicos, pero son mucho más tóxicos y tienen efecto sobre la capa de ozono. Los más comunes son cloroformo, bromoformo, dicloroetano, tricloroetano y todos los llamados freones (líquidos refrigerantes).

Sales: Compuestos que se presentan en solución. No presentan mayor riesgo en su manejo, salvo que se trate de sales de metales pesados, las cuales son muy tóxicas. Las más comunes son sulfuros, sulfatos, fosfatos, carbonatos, cloruros, nitratos, etc.

Oxidos: Compuestos que al reaccionar con agua pueden formar ácidos o bases y en algunas ocasiones con una violenta reacción. En este caso los óxidos son metálicos ya que los no metálicos son gases. Los más comunes son Oxido de cobre, Oxido de Aluminio, Oxido de mercurio, etc.

Otros Inorgánicos: Compuestos líquidos. Por ejemplo: mercurio líquido, residuos de cloro, cobre, plomo, zinc, cadmio, níquel, hierro, etc.

Para poder condensar los objetivos propuestos de crear conciencia en la comunidad universitaria sobre el destino que deberían darse a los residuos químicos generados en nuestro laboratorio y generar cambios de actitud nos proponemos implementar un manual de procedimientos que contribuya a la reflexión para la gestión de los residuos químicos del laboratorio químico.

Para el logro de este objetivo (Osicka, 2004) el equipo docente de las distintas cátedras que realizan prácticas de laboratorio deberá trabajar junto con los alumnos en una primera etapa en la recopilación de información y en la elaboración de procedimientos escribiendo., en una segunda etapa, una primera versión del manual de gestión de residuos que incluirá los procedimientos previamente elaborados.

El manual será validado posteriormente, durante el dictado de las prácticas de laboratorio con los alumnos que cursan regularmente cada una de las cátedras, a fin de realizar las modificaciones que sean necesarias. En una última etapa se escribirá la versión definitiva del manual de gestión de residuos químicos. Esta versión definitiva quedará sujeta a cambios en función de la dinámica de las distintas cátedras proponiendo una revisión anual de este manual.

A continuación se realiza un cronograma de actividades a realizar para llegar al objetivo propuesto de realizar un manual de gestión de los efluentes líquidos de laboratorio

1. Primera Fase

1.1 Recopilación de información

- Normativas vigentes
- Relevamiento de prácticas de laboratorio realizados en cada cátedra
- Relevamiento y cuantificación de reactivos y productos
- Procedimientos utilizados en otras instituciones
- Toxicidad de químicos utilizados
- Recomendaciones de ONG, asociaciones e instituciones sobre el tema

1.2 Elaboración de procedimientos para el manejo de reactivos en laboratorio

- Etiquetado
- Transporte y almacenamiento
- Disposición de residuos químicos especiales

1.3 Elaboración de procedimientos para la reducción en la fuente de productos químicos

- Sustitución de reactivos, solventes, procedimientos y operaciones
- Adquisición de reactivos
- Uso conjunto de productos químicos inter cátedras

1.4 Elaboración de procedimientos para el tratamiento en el punto de generación

- Alteración de los constituyentes tóxicos
- Disminución de la concentración de constituyentes tóxicos

1.5 Elaboración de procedimientos para el reciclado de productos químicos

- Destilación de solventes orgánicos residuales
- Neutralización de ácidos y bases

2. Segunda Fase

2.1 Elaboración de una primera versión del manual

3. Tercera Fase

3.1 Validación del manual con los alumnos que realizan prácticas de laboratorio

4. Cuarta Fase

4.1 Elaboración de un manual de Gestión de Efluentes líquidos para la aplicación en las distintas cátedras

CONCLUSIONES

Las adecuadas condiciones de trabajo en el laboratorio incluyen el control, tratamiento y eliminación de los residuos generados en el mismo, por lo que su gestión es un aspecto imprescindible en la organización de todo laboratorio.

Las prácticas realizadas para las distintas cátedras se verán complementadas por un ítem final referido al tratamiento que recibirán reactivos y productos antes de ser vertidos como efluentes, evitando la contaminación de la red cloacal a través de instrucciones en el manejo de residuos químicos, y técnicas que reducirán la cantidad de residuos químicos generados al más bajo nivel.

Se incorpora en el proceso enseñanza – aprendizaje del alumno la conciencia del cuidado del ambiente y el valor agregado del conocimiento de tratamientos fisicoquímicos adecuados para que el drenaje de los efluentes cumpla con las normas de calidad de vuelco.

Es por la misma razón que consideramos necesario formular un manual que reúna la información sobre la eliminación de los productos químicos utilizados en los laboratorios.

Todos los métodos y procedimientos nombrados en este trabajo son propuestas y antes de ser llevadas a cabo requieren una investigación en cuanto a su factibilidad de realización.

Estos procedimientos serán transferidos a otras unidades educativas de manera tal de crear la conciencia de la prevención de la contaminación con residuos líquidos peligrosos.

El presente trabajo abrirá las puertas para que al elaborar una determinada práctica de laboratorio se tenga en cuenta la contaminación que esta generará si sus sobrantes de reactivos o productos resultantes son vertidos al efluente tal como se producen.

Tal situación resultará en una apertura de proyecto de investigación para cada una de las drogas presentes, ya sean reactivos o productos.

Empresas ubicadas en la zona de Zárate – Campana, habilitadas por la Autoridad de Aplicación de la Provincia de Buenos Aires para el tratamiento y disposición de residuos especiales, nos brindaron asesoramiento sobre procedimientos y adecuación de los residuos a tratar.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

Kiely Gerard (1999) – Ingeniería Ambiental – Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión – Mc Graw-Hill – 1999 – pp. 10

Freeman Harry M. (1998) – Manual de Prevención de la Contaminación Industrial – Mc Graw-Hill – febrero de 1998 – Capítulo 31 – La prevención de la contaminación en las operaciones de laboratorio (Russell W. Phifer) – pp. 513 - 521

LaGrega Michael D., Buckingham Phillip L. y Evans Jeffrey C. (1996) – Gestión de Residuos Tóxicos - Mc Graw-Hill - 1996 – pp. 26

Domínguez Oscar Roberto (2005) – Seminario Gestión de Residuos Especiales - Maestría en Ingeniería Ambiental de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Delta.

Ley 11720 (1995) – De Residuos Especiales – De generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento, y disposición final de residuos especiales en el territorio de la Provincia de Buenos Aires – Anexo I y Anexo II – 2 de noviembre de 1995 – Provincia de Buenos Aires

Ley 24051 (1992) – De Residuos Peligrosos – De generación, manipulación, transporte y tratamiento – Reglamentación de la Ley: Decreto 831 (03/05/1993) - Anexo I y Anexo II - 17 de enero de 1992 – Nación Argentina

Decreto 806/97 (1997) – Decreto reglamentario 806/97 de la Ley de Residuos Especiales - 1997

Resolución N° 287 (1998) – Parámetros de calidad de las descargas Límites admisibles - Anexo I – Ministerio de Obras y Servicios Públicos - Provincia de Buenos Aires

Díaz Peñalver Natalia y Moyano Baldoire Albert (2000) – Manual de Gestión de los residuos especiales de la Universidad de Barcelona – Publicaciones Universitat de Barcelona – 2000 – pp. 36

Res-Man (2000) – Manual básico de gestión de residuos – Universidad de Sevilla – Servicio de Mantenimiento – Unidad de Medio Ambiente – 2000 (modificación 2002) – pp. 2/14

Osicka, Rosa M., Benítez Mónica E. y Giménez, María C. (2004) – Gestión y manejo de residuos químicos en laboratorio: una manera de prevenir la contaminación del medio ambiente – Universidad del Nordeste – Facultad de Agroindustrias - Cátedra de Química Analítica General – Comunicaciones científicas y Tecnológicas 2004

ABSTRACT: Considering that most of waste water from Chemical Laboratories are in majority hazardous wastes, this essay pursue the objective of finding alternatives to treatments in order to adapt those wastes to current disposal regulations. In effect, in the Laboratory of Delta's Faculty of Engineering, we have done a qualitative and quantitative analysis of all those substances that are used and/or generated by students and teachers during regular laboratory practices from each signature. Owing to the different characteristics of the wide range of substances, we have proposed different methods of treatment right in the laboratory and possible treatments in specialized companies. On the whole, hazardous wastes appropriate handle develop an environmental consciousness in the university community, creates lines of investigation and means an added value in the teaching – learning system. Furthermore, adapted procedures will contribute to knowledge transmission for educational units that desire to adapt it to their reality.